

---

Elektrotehnički fakultet u Beogradu  
Katedra za računarsku tehniku i informatiku

*Predmet:* Multiprocesorski sistemi (13S114MUPS, 13E114MUPS)

*Nastavnik:* dr Milo Tomašević, red. prof.

*Asistent:* doc. dr Marko Mišić

*Ispitni rok:* Avgust 2019.

*Datum:* 29.08.2019.

*Kandidat\*:* \_\_\_\_\_

*Broj Indeksa\*:* \_\_\_\_\_

*Ispit traje 180 minuta, prvih sat vremena nije dozvoljeno napuštanje ispita.  
Upotreba literature nije dozvoljena.*

<i>Zadatak 1</i>	_____ /5	<i>Zadatak 6</i>	_____ /10
<i>Zadatak 2</i>	_____ /10	<i>Zadatak 7</i>	_____ /10
<i>Zadatak 3</i>	_____ /10	<i>Zadatak 8</i>	_____ /10
<i>Zadatak 4</i>	_____ /10	<i>Zadatak 9</i>	_____ /15
<i>Zadatak 5</i>	_____ /10	<i>Zadatak 10</i>	_____ /10

**Ukupno na ispitu:** \_\_\_\_\_ /100

**Napomena:** Ukoliko u zadatku nešto nije dovoljno precizno definisano, student treba da uvede razumnu pretpostavku, da je uokviri (da bi se lakše prepoznala prilikom ocenjivanja) i da nastavi da izgrađuje preostali deo svog odgovora na temeljima uvedene pretpostavke. Kod pitanja koja imaju ponuđene odgovore treba **samo zaokružiti** jedan odgovor. Na ostala pitanja odgovarati **čitko, kratko i precizno**.

\* popunjava student.

1. [5] Koje dve klase paralelizma preovlađuju u aplikacijama? Kako se ove vrste paralelizma implementiraju?

2. [10] Objasniti na kojem nivou (procesor, memorija, U/I) se ostvaruje komunikacija i sinhronizacija u paralelnim programskim modelima zajedničke memorije, prenosa poruka i paralelnih podataka.

3. [10] Precizno objasniti sve akcije i prelaze između stanja koji se dešavaju prilikom upisa u protokolu *Dragon*. Nacrtati odgovarajući deo dijagrama stanja.

4. [10] Objasniti kako se mogu klasifikovati vrste promašaja u keš memorijama multiprocesorskih sistema. Kako se broj promašaja po pojedinim klasama može smanjiti?

5. [10] Objasniti strukturu kataloga kao i funkcionisanje protokola *Dir i SW*.

6. [10] Šta su direktne interkonekzione mreže? Objasniti najvažnije parametre kojima se karakterišu, kao i njihove poželjne vrednosti?

7. [10] Objasniti gde se i kako koriste *polling* i *interrupt* tehnike prilikom komunikacije u okviru MPI biblioteke. Koje su prednosti i mane jedne i druge tehnike?

8. [10] Priloženi kod predstavlja CUDA jezgro koje vrši množenje dve matrice M i N. Kod je napisan sa određenim ograničenjima u smislu korektnosti i performansi. Objasniti koja su to ograničenja i kako ih je moguće ispraviti.

```
__global__ void simpleMatMul(float* d_M, float* d_N, float* d_P, int width)
{
    int row = blockIdx.y*width+threadIdx.y;
    int col = blockIdx.x*width+threadIdx.x;

    float product_val = 0
    for(int k=0;k<width;k++) {
        product_val += d_M[row*width+k]*d_N[k*width+col];
    }
    d_p[row*width+col] = product_val;
}
```

9. [15] Korišćenjem OpenMP tehnologije, paralelizovati kod u prilogu koji računa broj PI. Obratiti pažnju na efikasnost i korektnost paralelizacije.

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <math.h>

int main(int argc, char* argv[]) {

    long long n, i;
    int thread_count;
    double factor;
    double sum = 0.0;

    n = strtoll(argv[1], NULL, 10);

    for (i = 0; i < n; i++) {

        factor = (i % 2 == 0) ? 1.0 : -1.0;

        sum += factor/(2*i+1);

    }

    sum = 4.0*sum;

    printf("    Our estimate of pi = %.14f\n", sum);

    printf("                pi = %.14f\n", 4.0*atan(1.0));

    return 0;
}
```

10. [10] Dat je multiprocesorski sistem sa 4 identična procesora, koji koristi *WTI-allocate* protokol za održavanje koherencije keš memorije. Svaka keš memorija ima po 2 ulaza, koji su veličine jedne reči. Preslikavanje je **direktno**. Početne vrednosti podataka su 0. Svaki upis uvećava vrednost izmenjenog podatka za 1. Na početku su sve keš memorije prazne. Data je sledeća sekvenca pristupa memoriji:

1. P0,W,A0	3. P0,W,A0	5. P2,W,A1	7. P0,R,A0
2. P1,R,A0	4. P0,R,A2	6. P1,W,A1	8. P0,W,A1

Napisati stanja koherencije u svim procesorima i stanje memorije posle svake promene i skicirati opisani sistem u trenutku 8. [8 poena]

Da li procesori pristupaju memoriji i kada? Za svaki pristup navesti razlog. [2 poena]

Trenutak 1												Memorija	
P0			P1			P2			P3			A0	

Pristupi memoriji:

---

Trenutak 2												Memorija	
P0			P1			P2			P3			A0	

Pristupi memoriji:

---

Trenutak 3												Memorija	
P0			P1			P2			P3			A0	

Pristupi memoriji:

---

Trenutak 4												Memorija	
P0			P1			P2			P3			A0	

Pristupi memoriji:

---

Trenutak 5

P0			P1			P2			P3		

Memorija	
A0	
A1	
A2	
A3	

Pristupi memoriji:

---

Trenutak 6

P0			P1			P2			P3		

Memorija	
A0	
A1	
A2	
A3	

Pristupi memoriji:

---

Trenutak 7

P0			P1			P2			P3		

Memorija	
A0	
A1	
A2	
A3	

Pristupi memoriji:

---

Trenutak 8

P0			P1			P2			P3		

Memorija	
A0	
A1	
A2	
A3	

Pristupi memoriji:

---